МИНОБРНАУКИ РОССИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Самарский государственный технический университет»
(ФГБОУ ВО «СамГТУ»)

УТВЕРЖДАЮ:
Проректор по учебной работе
_____ / О.В. Юсупова
"_____" _____ 20___ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Б1.В.01.04 «Планирование эксперимента»

Код и направление подготовки (специальность)	18.03.01 Химическая технология
Направленность (профиль)	Газопереработка и водородные технологии
Квалификация	Бакалавр
Форма обучения	Очная
Год начала подготовки	2024
Институт / факультет	Инженерно-технологический факультет (ИТФ)
Выпускающая кафедра	кафедра "Газопереработка, водородные и специальные технологии"
Кафедра-разработчик	кафедра "Газопереработка, водородные и специальные технологии"
Объем дисциплины, ч. / з.е.	108 / 3
Форма контроля (промежуточная аттестация)	Зачет

Самара 2024

Б1.В.01.04 «Планирование эксперимента»

Рабочая программа дисциплины разработана в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки (специальности) **18.03.01 Химическая технология**, утвержденного приказом Министерства образования и науки РФ от № 922 от 07.08.2020 и соответствующего учебного плана.

Разработчик РПД:

Доцент, кандидат химических наук	И.Н Карасева
(должность, степень, ученое звание)	(ФИО)
Заведующий кафедрой	С.В. Востриков, кандидат химических наук, доцент
	(ФИО, степень, ученое звание)

СОГЛАСОВАНО:

Председатель методического совета факультета / института (или учебно-методической комиссии)	И.А Башарина, кандидат технических наук, доцент
	(ФИО, степень, ученое звание)
Руководитель образовательной программы	О.В. Бурмистров, кандидат технических наук, доцент
	(ФИО, степень, ученое звание)

Содержание

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы 4
2. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы 6
3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся 7
4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам), с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий 7
4.1 Содержание лекционных занятий 8
4.2 Содержание лабораторных занятий 9
4.3 Содержание практических занятий 9
4.4. Содержание самостоятельной работы 11
5. Перечень учебной литературы и учебно-методического обеспечения по дисциплине (модулю) 12
6. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения 12
7. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», профессиональных баз данных, информационно-справочных систем 13
8. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю) 13
9. Методические материалы 14
10. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю) 15

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Наименование категории (группы) компетенций	Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения (знать, уметь, владеть, соотнесенные с индикаторами достижения компетенции)
Профессиональные компетенции			
Не предусмотрено	ПК-4 Способен совершенствовать технологии производства продукции, испытывать новые виды техники и технологии в производстве продукции, осваивать прогрессивные технологические процессы, предлагать и внедрять рационализаторские предложения и изобретения	ПК-4.2 Знает передовой научно-технический отечественный и зарубежный опыт в области газопереработки и водородных технологий	Владеть навыками и технологиями в области газопереработки и водородных технологий
			Знать научно-технический отечественный и зарубежный опыт в области газопереработки и водородных технологий
			Уметь осуществлять поиск научно-технической литературы
		ПК-4.3 Умеет планировать технологические этапы развития проектов производства новой продукции	Владеть техническими средствами информационных технологий
			Знать технологические этапы производства
			Уметь планировать технологические этапы развития проектов производства новой продукции
Универсальные компетенции			

Системное и критическое мышление	УК-1 Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	УК-1.1 Знает методики поиска, сбора и обработки информации, применения системного подхода	Владеть методиками поиска, сбора и обработки информации
			Знать методики поиска, сбора и обработки информации, применения системного подхода
			Уметь использовать программные средства при решении технологических задач
		УК-1.2 Умеет анализировать задачу, находить и критически анализировать информацию, необходимую для решения поставленной задачи	Владеть методами математического моделирования и оптимизации процессов
			Знать виды задач оптимизации химико-технологических процессов
			Уметь анализировать задачу, находить и критически анализировать информацию, необходимую для решения поставленной задачи
		УК-1.3 Владеет навыками рассмотрения возможных вариантов решения задачи, оценивания их достоинств и недостатков	Владеть навыками рассмотрения возможных вариантов решения задачи, оценивания их достоинств и недостатков
			Знать возможные варианты решения технологических задач
			Уметь решать технологические задачи с использованием математического анализа

Разработка и реализация проектов	УК-2 Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений	УК-2.5 Умеет осуществлять решение конкретной задачи проекта, выбирая оптимальный способ и исходя из действующих правил и условий при выполнении проектной документации и имеющихся ресурсов и ограничений	Владеть навыками составления и формулировки выводов
			Знать этапы решения задач оптимизации
			Уметь осуществлять решение конкретной задачи проекта, выбирая оптимальный способ и исходя из действующих правил и условий при выполнении проектной документации и имеющихся ресурсов и ограничений

2. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы: **вариативная часть**

Код компетенции	Предшествующие дисциплины	Параллельно осваиваемые дисциплины	Последующие дисциплины
ПК-4			Компьютерная химия в химической технологии; Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы; Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена; Применение электронно-вычислительных машин в профессиональной деятельности; Программные комплексы для моделирования химико-технологических процессов
УК-1	Введение в информационные технологии; Математика; Теория вероятностей и математическая статистика; Учебная практика: проектная практика; Физика	Учебная практика: проектная практика	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы; Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена

УК-2	Инженерная и компьютерная графика; Прикладная механика; Учебная практика: проектная практика	Прикладная механика; Процессы и аппараты химической технологии; Учебная практика: проектная практика	Основы проектирования газо- и нефтеперерабатывающих предприятий; Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы; Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена; Практико-ориентированный проект; Процессы и аппараты химической технологии; Системы искусственного интеллекта

3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

Вид учебной работы	Всего часов / часов в электронной форме	4 семестр часов / часов в электронной форме
Аудиторная контактная работа (всего), в том числе:	48	48
Лекции	16	16
Практические занятия	32	32
Внеаудиторная контактная работа, КСР	3	3
Самостоятельная работа (всего), в том числе:	57	57
подготовка докладов	10	10
подготовка к зачету	17	17
подготовка к практическим занятиям	30	30
Итого: час	108	108
Итого: з.е.	3	3

4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам), с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

№ раздела	Наименование раздела дисциплины	Виды учебной нагрузки и их трудоемкость, часы				
		ЛЗ	ЛР	ПЗ	СРС	Всего часов
1	Оптимизация технологических процессов	16	0	32	57	105
	КСР	0	0	0	0	3
	Итого	16	0	32	57	108

4.1 Содержание лекционных занятий

№ занятия	Наименование раздела	Тема лекции	Содержание лекции (перечень дидактических единиц: рассматриваемых подтем, вопросов)	Количество часов / часов в электронной форме
4 семестр				
1	Оптимизация технологических процессов	Тема 1 Основные понятия об оптимизации	Цель оптимизации. Постановка задачи оптимизации. Критерий и параметры оптимизации. Оптимизирующие факторы. Требования к параметру оптимизации и оптимизирующим факторам. Ограничения при оптимизации.	2
2	Оптимизация технологических процессов	Тема 2 Статистическая обработка экспериментальных данных	Понятия о критериях оценки результатов измерений. Точность, воспроизводимость, сходимость. Виды ошибок. От-браковка грубых ошибок. Отбраковка по методу трех сигм. Отбраковка с помощью Q-критерия. Винсоризация. Статистические гипотезы. Статистические критерии Кохрена, Фишера, Стьюдента. Их применение для оценки статистических гипотез.	2
3	Оптимизация технологических процессов	Тема 3 Методы статистической оптимизации	Классификация методов оптимизации. Статистическая (шаговая) оптимизация. Неградиентные методы. Метод сканирования. Метод локализации экстремума. Метод глобального сканирования.	2
4	Оптимизация технологических процессов	Тема 3 Методы статистической оптимизации (продолжение)	Метод Гаусса-Зайделя. Симплекс-метод оптимизации. Сравнительная оценка различных методов оптимизации.	2
5	Оптимизация технологических процессов	Тема 4 Сущность метода оптимизации по Боксу-Уилсону	Градиентные методы оптимизации. Планирование эксперимента. Сущность метода Бокса-Уилсона. Полнофакторный эксперимент (ПФЭ). Линейная модель оптимизации. Подготовка к полнофакторному эксперименту.	2
6	Оптимизация технологических процессов	Тема 5 Построение плана полнофакторного эксперимента	Интервал варьирования. Центр плана. Критерии выбора интервала варьирования и центра плана.. Построение плана эксперимента и матрицы планирования. Рандомизация	2
7	Оптимизация технологических процессов	Тема 6 Обработка результатов полнофакторного эксперимента	Проверка однородности дисперсий с помощью критерия Кохрена. Расчет коэффициентов уравнения регрессии. Проверка значимости коэффициентов уравнения с помощью t-критерия. Интерпретация коэффициентов уравнения. Про-верка адекватности уравнения регрессии с помощью критерия Фишера.	2

8	Оптимизация технологических процессов	Тема 7 Крутое восхождение по поверхности отклика и оценка его результатов	Крутое восхождение по поверхности отклика. Расчет крутого восхождения. Оценка результатов крутого восхождения. Тактика и стратегия принятия решений при оценке результатов оптимизации. Понятие о дробном факторном эксперименте.	2
			Итого за семестр:	**16**
			Итого:	**16**

4.2 Содержание лабораторных занятий

Учебные занятия не реализуются.

4.3 Содержание практических занятий

№ занятия	**Наименование раздела**	**Тема практического занятия**	**Содержание практического занятия** (перечень дидактических единиц: рассматриваемых подтем, вопросов)	**Количество часов / часов в электронной форме**
4 семестр				
1	Оптимизация технологических процессов	Основы работы в среде системы MathCAD	Интерфейс системы MathCAD. Входной язык системы MathCAD. Ввод и редактирование выражений. Графические возможности пакета MathCAD. Работа с матрицами и файлами данных.	2
2	Оптимизация технологических процессов	Основы работы в среде системы MathCAD	Интерфейс системы MathCAD. Входной язык системы MathCAD. Ввод и редактирование выражений. Графические возможности пакета MathCAD. Работа с матрицами и файлами данных.	2
3	Оптимизация технологических процессов	Основы работы в среде системы MathCAD	Интерфейс системы MathCAD. Входной язык системы MathCAD. Ввод и редактирование выражений. Графические возможности пакета MathCAD. Работа с матрицами и файлами данных.	2
4	Оптимизация технологических процессов	Решение прикладных задач в среде системы MathCAD	Поиск корней уравнений. Решение систем уравнений. Аппроксимация. Интерполирование. Линейно-регрессионный анализ. Полиномиальная регрессия. Сглаживание данных. Статистический анализ данных Программирование в системе MathCAD. Панель программирования. Примеры программ.	2

5	Оптимизация технологических процессов	Решение прикладных задач в среде системы MathCAD	Поиск корней уравнений. Решение систем уравнений. Аппроксимация. Интерполирование. Линейно-регрессионный анализ. Полиномиальная регрессия. Сглаживание данных. Статистический анализ данных Программирование в системе MathCAD. Панель программирования. Примеры программ.	2
6	Оптимизация технологических процессов	Решение прикладных задач в среде системы MathCAD	Поиск корней уравнений. Решение систем уравнений. Аппроксимация. Интерполирование. Линейно-регрессионный анализ. Полиномиальная регрессия. Сглаживание данных. Статистический анализ данных Программирование в системе MathCAD. Панель программирования. Примеры программ.	2
7	Оптимизация технологических процессов	Применение трехмерной графики в задачах оптимизации	Поверхность отклика. Способы ее представления. Градиент.	2
8	Оптимизация технологических процессов	Применение трехмерной графики в задачах оптимизации	Поверхность отклика. Способы ее представления. Градиент.	2
9	Оптимизация технологических процессов	Статистические методы обработки результатов эксперимента	Методы отбраковки ненадежных результатов. Метод «трех сигм». Отбраковка по Q-критерию. Статистические гипотезы.	2
10	Оптимизация технологических процессов	Статистические методы обработки результатов эксперимента	Методы отбраковки ненадежных результатов. Метод «трех сигм». Отбраковка по Q-критерию. Статистические гипотезы.	2
11	Оптимизация технологических процессов	Простые методы статистической оптимизации	Методы шаговой оптимизации. Имитационный эксперимент. Метод сканирования. Метод глобального сканирования. Метод Гаусса-Зайделя. Симплекс-метод оптимизации	2
12	Оптимизация технологических процессов	Простые методы статистической оптимизации	Методы шаговой оптимизации. Имитационный эксперимент. Метод сканирования. Метод глобального сканирования. Метод Гаусса-Зайделя. Симплекс-метод оптимизации	2
13	Оптимизация технологических процессов	Оптимизация по методу Бокса – Уилсона.	Оптимизация технологического процесса с применением имитационного эксперимента. План эксперимента. Матрица планирования. Получение уравнения регрессии. Интерпретация уравнения регрессии.	2

14	Оптимизация технологических процессов	Оптимизация по методу Бокса – Уилсона.	Оптимизация технологического процесса с применением имитационного эксперимента. План эксперимента. Матрица планирования. Получение уравнения регрессии. Интерпретация уравнения регрессии.	2
15	Оптимизация технологических процессов	Оптимизация по методу Бокса – Уилсона.	Оптимизация технологического процесса с применением имитационного эксперимента. План эксперимента. Матрица планирования. Получение уравнения регрессии. Интерпретация уравнения регрессии.	2
16	Оптимизация технологических процессов	Оптимизация по методу Бокса – Уилсона.	Оптимизация технологического процесса с применением имитационного эксперимента. План эксперимента. Матрица планирования. Получение уравнения регрессии. Интерпретация уравнения регрессии.	2
			Итого за семестр:	**32**
			Итого:	**32**

4.4. Содержание самостоятельной работы

Наименование раздела	**Вид самостоятельной работы**	**Содержание самостоятельной работы** (перечень дидактических единиц: рассматриваемых подтем, вопросов)	**Количество часов**
4 семестр			
Оптимизация технологических процессов	подготовка к практическим занятиям	Интерфейс системы MathCAD. Настройка панелей. Построение выражений. Работа с документами. Встроенные функции. Функции пользователя. Дискретные переменные. Основы работы с графиками. Аппроксимация. Интерполирование. Линейно-регрессионный анализ. Полиномиальная регрессия. Сглаживание данных. Статистический анализ данных.	30
Оптимизация технологических процессов	подготовка докладов	Интерфейс системы MathCAD. Настройка панелей. Построение выражений. Работа с документами. Встроенные функции. Функции пользователя. Дискретные переменные. Основы работы с графиками. Аппроксимация. Интерполирование. Линейно-регрессионный анализ. Полиномиальная регрессия. Сглаживание данных. Статистический анализ данных.	10

Оптимизация технологических процессов	подготовка к зачету	подготовка к зачету	17
		Итого за семестр:	**57**
		Итого:	**57**

5. Перечень учебной литературы и учебно-методического обеспечения по дисциплине (модулю)

№ п/п	**Библиографическое описание**	**Ресурс НТБ СамГТУ** (ЭБС СамГТУ, IPRbooks и т.д.)
Основная литература		
1	Гартман, Т.Н. Основы компьютерного моделирования химико-технологических процессов : Учеб.пособие / Т.Н.Гартман,Д.В.Клушин.- М., Академкнига, 2006.- 415 с.	Электронный ресурс
2	Макаров, Е.Г. Инженерные расчеты в Mathcad 14 / Е. Г. Макаров.- М., Питер, 2007.- 591 с.	Электронный ресурс
3	Ракитин, В.И. Руководство по методам вычислений и приложения MATHCAD : Учеб.пособие / В. И. Ракитин.- М., Физматлит, 2005.- 264 с.	Электронный ресурс
4	Саутин, С.Н. Планирование эксперимента в химии и химической технологии.- Л., Химия, 1975.- 48 с.	Электронный ресурс
5	Сидняев, Н.И. Введение в теорию планирования эксперимента : учеб. пособие / Н. И. Сидняев, Н. Т. Вилисова.- М., Изд-во МГТУ им.Н.Э.Баумана, 2011.- 463 с.	Электронный ресурс
Дополнительная литература		
6	Адлер, Ю.П. Введение в планирование эксперимента.- М., Металлургия, 1969.- 157 с.	Электронный ресурс
7	Адлер, Ю.П. Планирование эксперимента при поиске оптимальных условий / Ю. П. Адлер, Е. В. Маркова, Ю. В. Грановский .- 2-е изд.,перераб.и доп..- М., Наука, 1976.- 279 с.	Электронный ресурс
8	Рыков, В.В. Надежность технических систем и техногенный риск : учеб. пособие / В. В. Рыков, В. Ю. Иткин; Рос. гос. ун-т нефти и газа им. И.М. Губкина.- М., Инфра-М, 2017.- 192 с.	Электронный ресурс

Доступ обучающихся к ЭР НТБ СамГТУ (elib.samgtu.ru) осуществляется посредством электронной информационной образовательной среды университета и сайта НТБ СамГТУ по логину и паролю.

6. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения

При проведении лекционных занятий используется мультимедийное оборудование.

Организовано взаимодействие обучающегося и преподавателя с использованием электронной ин-формационной образовательной среды университета.

№ п/п	**Наименование**	**Производитель**	**Способ распространения**

1	MathCad	PTC, Inc (Зарубежный)	Лицензионное
2	Microsoft Windows XP Professional операционнаясистема	Microsoft (Зарубежный)	Лицензионное

7. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», профессиональных баз данных, информационно-справочных систем

№ п/п	Наименование	Краткое описание	Режим доступа
1	Образовательный математический сайт	http://www.exponenta.ru.	Ресурсы открытого доступа
2	Компьютерное моделирование / Интернет-университет информационных технологий [электронный ресурс]	http://www.intuit.ru/department/calculate/compmodel/4/	Ресурсы открытого доступа
3	Электронная библиотека изданий СамГТУ	http://irbis.samgtu.local/cgi-bin/irbis64r_01/cgiirbis_64.exe	Российские базы данных ограниченного доступа
4	eLIBRARY.ru	http://www.eLIBRARY.ru/	Российские базы данных ограниченного доступа
5	ЭБС "Лань"	http://e.lanbook.com/	Российские базы данных ограниченного доступа

8. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

Лекционные занятия

аудитория, оснащённая презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук);

· аудитория, оснащенная учебной мебелью (столы, стулья для обучающихся; стол, стул для преподавателя).

Практические занятия

Практические работы проводятся в компьютерных классах на 10 посадочных мест (ауд. 774 и 736, 7 корпус), оснащённых необходимым программным обеспечением для проведения лабораторных работ, пакетами ПО общего назначения.

Самостоятельная работа

Для самостоятельной работы обучающихся предусмотрены рабочие места в читальных залах

научно-технической библиотеки и компьютерных классах информационно-вычислительного центра ФГБОУ ВО «СамГТУ», оснащенные компьютерами с доступом в Интернет, предназначенные для работы в электронной информационной образовательной среде.

9. Методические материалы

Методические рекомендации при работе на лекции

До лекции студент должен просмотреть учебно-методическую и научную литературу по теме лекции с тем, чтобы иметь представление о проблемах, которые будут разбираться в лекции.

Перед началом лекции обучающимся сообщается тема лекции, план, вопросы, подлежащие рассмотрению, доводятся основные литературные источники. Весь учебный материал, сообщаемый преподавателем, должен не просто прослушиваться. Он должен быть активно воспринят, т.е. услышан, осмыслен, понят, зафиксирован на бумаге и закреплен в памяти. Приступая к слушанию нового учебного материала, полезно мысленно установить его связь с ранее изученным. Следя за техникой чтения лекции (акцент на существенном, повышение тона, изменение ритма, пауза и т.п.), необходимо вслед за преподавателем уметь выделять основные категории, законы и определять их содержание, проблемы, предполагать их возможные решения, доказательства и выводы. Осуществляя такую работу, можно значительно облегчить себе понимание учебного материала, его конспектирование и дальнейшее изучение.

Конспектирование лекции позволяет обработать, систематизировать и лучше сохранить полученную информацию с тем, чтобы в будущем можно было восстановить в памяти основные, содержательные моменты. Типичная ошибка, совершаемая обучающимся, дословное конспектирование речи преподавателя. Как правило, при записи «слово в слово» не остается времени на обдумывание, анализ и синтез информации. Отбирая нужную информацию, главные мысли, проблемы, решения и выводы, необходимо сокращать текст, строить его таким образом, чтобы потом можно было легко в нем разобраться. Желательно оставить в рабочих конспектах поля, на которых можно будет делать пометки из рекомендованной литературы, дополняющие материал прослушанной лекции, а также подчеркивающие особую важность тех или иных теоретических положений. С окончанием лекции работа над конспектом не может считаться завершенной. Нужно еще восстановить отдельные места, проверить, все ли понятно, уточнить что-то на консультации и т.п. с тем, чтобы конспект мог быть использован в процессе подготовки к практическим занятиям, зачету, экзамену. Конспект лекции – незаменимый учебный документ, необходимый для самостоятельной работы.

Методические рекомендации при подготовке и работе на практическом занятии

Практические занятия по дисциплине проводятся в целях выработки практических умений и приобретения навыков в решении профессиональных задач.

Рекомендуется следующая схема подготовки к практическому занятию:

1. ознакомление с планом практического занятия, который отражает содержание предложенной темы;
2. проработка конспекта лекции;
3. чтение рекомендованной литературы;
4. подготовка ответов на вопросы плана практического занятия;
5. выполнение тестовых заданий, задач и др.

Подготовка обучающегося к практическому занятию производится по вопросам, разработанным для каждой темы практических занятий и (или) лекций. В процессе подготовки к практическим занятиям, необходимо обратить особое внимание на самостоятельное изучение рекомендованной литературы.

Работа студентов во время практического занятия осуществляется на основе заданий, которые выдаются обучающимся в начале или во время занятия. На практических занятиях приветствуется активное участие в обсуждении конкретных ситуаций, способность на основе полученных знаний находить наиболее эффективные решения поставленных проблем, уметь находить полезный дополнительный материал по тематике занятий. Обучающимся необходимо обращать внимание на основные понятия, алгоритмы, определять практическую значимость рассматриваемых вопросов. На практических занятиях обучающиеся должны уметь выполнить расчет по заданным параметрам или выработать определенные решения по обозначенной проблеме. Задания могут быть групповые и индивидуальные. В зависимости от сложности предлагаемых заданий, целей занятия, общей подготовки обучающихся преподаватель может подсказать обучающимся алгоритм решения или первое действие, или указать общее направление рассуждений. Полученные результаты обсуждаются с позиций их адекватности или эффективности в рассмотренной ситуации.

Методические рекомендации по выполнению самостоятельной работы

Организация самостоятельной работы обучающихся ориентируется на активные методы овладения знаниями, развитие творческих способностей, переход от поточного к индивидуализированному обучению с учетом потребностей и возможностей обучающегося.

Самостоятельная работа с учебниками, учебными пособиями, научной, справочной литературой, материалами периодических изданий и Интернета является наиболее эффективным методом получения дополнительных знаний, позволяет значительно активизировать процесс овладения информацией, способствует более глубокому усвоению изучаемого материала. Все новые понятия по изучаемой теме необходимо выучить наизусть и внести в глоссарий, который целесообразно вести с самого начала изучения курса.

Самостоятельная работа реализуется:

- непосредственно в процессе аудиторных занятий;
- на лекциях, практических занятиях;
- в контакте с преподавателем вне рамок расписания;
- на консультациях по учебным вопросам, в ходе творческих контактов, при ликвидации задолженностей, при выполнении индивидуальных заданий и т.д.;
- в библиотеке, дома, на кафедре при выполнении обучающимся учебных и практических задач.

Эффективным средством осуществления обучающимся самостоятельной работы является электронная информационно-образовательная среда университета, которая обеспечивает доступ к учебным планам, рабочим программам дисциплин (модулей), практик, к изданиям электронных библиотечных систем.

10. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)

Фонд оценочных средств представлен в приложении № 1.

Приложение 1 к рабочей программе дисциплины
Б1.В.01.04 «Планирование эксперимента»

Фонд оценочных средств
по дисциплине
Б1.В.01.04 «Планирование эксперимента»

Код и направление подготовки (специальность)	18.03.01 Химическая технология
Направленность (профиль)	Газопереработка и водородные технологии
Квалификация	Бакалавр
Форма обучения	Очная
Год начала подготовки	2024
Институт / факультет	Инженерно-технологический факультет (ИТФ)
Выпускающая кафедра	кафедра "Газопереработка, водородные и специальные технологии"
Кафедра-разработчик	кафедра "Газопереработка, водородные и специальные технологии"
Объем дисциплины, ч. / з.е.	108 / 3
Форма контроля (промежуточная аттестация)	Зачет

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Наименование категории (группы) компетенций	Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения (знать, уметь, владеть, соотнесенные с индикаторами достижения компетенции)
Профессиональные компетенции			
Не предусмотрено	ПК-4 Способен совершенствовать технологии производства продукции, испытывать новые виды техники и технологии в производстве продукции, осваивать прогрессивные технологические процессы, предлагать и внедрять рационализаторские предложения и изобретения	ПК-4.2 Знает передовой научно-технический отечественный и зарубежный опыт в области газопереработки и водородных технологий	Владеть навыками и технологиями в области газопереработки и водородных технологий
			Знать научно-технический отечественный и зарубежный опыт в области газопереработки и водородных технологий
			Уметь осуществлять поиск научно-технической литературы
		ПК-4.3 Умеет планировать технологические этапы развития проектов производства новой продукции	Владеть техническими средствами информационных технологий
			Знать технологические этапы производства
			Уметь планировать технологические этапы развития проектов производства новой продукции
Универсальные компетенции			

Системное и критическое мышление	УК-1 Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	УК-1.1 Знает методики поиска, сбора и обработки информации, применения системного подхода	Владеть методиками поиска, сбора и обработки информации
			Знать методики поиска, сбора и обработки информации, применения системного подхода
			Уметь использовать программные средства при решении технологических задач
		УК-1.2 Умеет анализировать задачу, находить и критически анализировать информацию, необходимую для решения поставленной задачи	Владеть методами математического моделирования и оптимизации процессов
			Знать виды задач оптимизации химико-технологических процессов
			Уметь анализировать задачу, находить и критически анализировать информацию, необходимую для решения поставленной задачи
		УК-1.3 Владеет навыками рассмотрения возможных вариантов решения задачи, оценивания их достоинств и недостатков	Владеть навыками рассмотрения возможных вариантов решения задачи, оценивания их достоинств и недостатков
			Знать возможные варианты решения технологических задач
			Уметь решать технологические задачи с использованием математического анализа

Разработка и реализация проектов	УК-2 Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений	УК-2.5 Умеет осуществлять решение конкретной задачи проекта, выбирая оптимальный способ и исходя из действующих правил и условий при выполнении проектной документации и имеющихся ресурсов и ограничений	Владеть навыками составления и формулировки выводов
			Знать этапы решения задач оптимизации
			Уметь осуществлять решение конкретной задачи проекта, выбирая оптимальный способ и исходя из действующих правил и условий при выполнении проектной документации и имеющихся ресурсов и ограничений

Матрица соответствия оценочных средств запланированным результатам обучения

Код индикатора достижения компетенции	Результаты обучения	Оценочные средства	Текущий контроль успеваемости	Промежуточная аттестация
Оптимизация технологических процессов				
ПК-4.2 Знает передовой научно-технический отечественный и зарубежный опыт в области газопереработки и водородных технологий	**Владеть** навыками и технологиями в области газопереработки и водородных технологий	Выполнение практических заданий; отчет по практическим заданиям	Да	Нет
	Знать научно-технический отечественный и зарубежный опыт в области газопереработки и водородных технологий	Выполнение практических заданий; отчет по практическим заданиям	Да	Нет
	Уметь осуществлять поиск научно-технической литературы	Выполнение практических заданий; отчет по практическим заданиям	Да	Нет
ПК-4.3 Умеет планировать технологические этапы развития проектов производства новой продукции	**Владеть** техническими средствами информационных технологий	Выполнение практических заданий; отчет по практическим заданиям	Да	Нет

	Уметь планировать технологические этапы развития проектов производства новой продукции	Выполнение практических заданий; отчет по практическим заданиям	Да	Нет
	Знать технологические этапы производства	Выполнение практических заданий; отчет по практическим заданиям	Да	Нет
УК-1.1 Знает методики поиска, сбора и обработки информации, применения системного подхода	**Знать** методики поиска, сбора и обработки информации, применения системного подхода	Выполнение практических заданий; отчет по практическим заданиям	Да	Нет
	Уметь использовать программные средства при решении технологических задач	Выполнение практических заданий; отчет по практическим заданиям	Да	Нет
	Владеть методиками поиска, сбора и обработки информации	Выполнение практических заданий; отчет по практическим заданиям	Да	Нет
УК-1.2 Умеет анализировать задачу, находить и критически анализировать информацию, необходимую для решения поставленной задачи	**Владеть** методами математического моделирования и оптимизации процессов	Выполнение практических заданий; отчет по практическим заданиям	Да	Нет
	Уметь анализировать задачу, находить и критически анализировать информацию, необходимую для решения поставленной задачи	Выполнение практических заданий; отчет по практическим заданиям	Да	Нет
	Знать виды задач оптимизации химико-технологических процессов	Выполнение практических заданий; отчет по практическим заданиям	Да	Нет
УК-1.3 Владеет навыками рассмотрения возможных вариантов решения задачи, оценивания их достоинств и недостатков	**Уметь** решать технологические задачи с использованием математического анализа	Выполнение практических заданий; отчет по практическим заданиям	Да	Нет
		зачет	Нет	Да
	Владеть навыками рассмотрения возможных вариантов решения задачи, оценивания их достоинств и недостатков	Выполнение практических заданий; отчет по практическим заданиям	Да	Нет
		зачет	Нет	Да

	Знать возможные варианты решения технологических задач	Выполнение практических заданий; отчет по практическим заданиям	Да	Нет
		зачет	Нет	Да
УК-2.5 Умеет осуществлять решение конкретной задачи проекта, выбирая оптимальный способ и исходя из действующих правил и условий при выполнении проектной документации и имеющихся ресурсов и ограничений	**Знать** этапы решения задач оптимизации	Выполнение практических заданий; отчет по практическим заданиям	Да	Нет
		зачет	Нет	Да
	Уметь осуществлять решение конкретной задачи проекта, выбирая оптимальный способ и исходя из действующих правил и условий при выполнении проектной документации и имеющихся ресурсов и ограничений	Выполнение практических заданий; отчет по практическим заданиям	Да	Нет
		зачет	Нет	Да
	Владеть навыками составления и формулировки выводов	Выполнение практических заданий; отчет по практическим заданиям	Да	Нет
		зачет	Нет	Да

Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующие процесс формирования компетенций в ходе освоения образовательной программы.

Формы текущего контроля успеваемости

Перечень вопросов для доклада

1.Виды ошибок. Отбраковка грубых ошибок.
2. Статистические гипотезы.
3.Метод Гаусса-Зайделя.
4. Симплекс-метод оптимизации
5.Сущность метода Бокса-Уилсона.
6. Полнофакторный эксперимент (ПФЭ).
7. Критерий и параметры оптимизации. 8. Оптимизирующие факторы.
9. Неградиентные методы.
10. Проверка адекватности уравнения регрессии

Формы промежуточной аттестации

1. Цель оптимизации. 2. Постановка задачи оптимизации. 3. Критерий и параметры оптимизации. 4. Оптимизирующие факторы. 5. Требования к параметру оптимизации и оптимизирующим факторам. 6. Ограничения при оптимизации. 7. Понятия о критериях оценки результатов измерений. 8. Точность, воспроизводимость, сходимость. 9. Виды ошибок. Отбраковка грубых ошибок. 10. Статистические гипотезы. 11. Точность, воспроизводимость, сходимость. 12. Классификация методов оптимизации. 13. Статистическая оптимизация. 14. Неградиентные методы. 15. Метод сканирования. 16. Метод локализации экстремума. 17. Метод глобального сканирования. 18. Метод Гаусса-Зайделя. 19. Симплекс-метод оптимизации. 20. Градиентные методы оптимизации. 21. Сущность метода Бокса-Уилсона. 22. Полнофакторный эксперимент (ПФЭ). 23. Построение плана эксперимента и матрицы планирования. 24. Обработка результатов ПФЭ. 25. Проверка однородности дисперсий. 26. Расчет коэффициентов уравнения регрессии. 27. Проверка значимости коэффициентов уравнения. 28. Проверка адекватности уравнения регрессии. 29. Крутое восхождение по поверхности отклика. 30. Оценка результатов крутого восхождения. 31. Понятие о дробном факторном эксперименте.

Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций.

Учебная дисциплина формирует компетенции в соответствии с табл. 2, процедура оценивания представлена в табл. 3 и реализуется поэтапно:
1-й этап процедуры оценивания: оценивание уровня достижения каждого из запланированных результатов обучения – дескрипторов (знаний, умений, владений) в соответствии со шкалами и критериями, установленными картами компетенций ОПОП (Приложение 1 ОПОП). Экспертной оценке преподавателя подлежит сформированность отдельных дескрипторов, для оценивания которых предназначена данная оценочная процедура текущего контроля и промежуточной аттестации согласно матрице соответствия оценочных средств результатам обучения (табл.2).
2-й этап процедуры оценивания: интегральная оценка достижения обучающимся запланированных результатов обучения по итогам отдельных видов текущего контроля и промежуточной аттестации.

Таблица 2

Характеристика процедуры промежуточной аттестации по дисциплине №	Наименование оценочного средства	Периодичность и способ проведения процедуры оценивания	Методы оценивания	Виды выставляемых оценок	Способ учета индивидуальных достижений, обучающихся
1.	Отчет по практическим работам 1-6	Систематически 6 раз в семестр, письменно	экспертный	зачет/незачет	журнал учета успеваемости, рабочая книжка преподавателя
2.	Промежуточная аттестация – экзамен	На этапе промежуточной аттестации	экспертный	Оценка по пятибальной шкале	зачетная ведомость, зачётная книжка, учебная карточка студента

Шкала и процедура оценивания сформированности компетенций
На этапе промежуточной аттестации используется система оценки успеваемости обучающихся, которая позволяет преподавателю оценить уровень освоения материала обучающимися. Критерии оценивания сформированности планируемых результатов обучения (дескрипторов) представлены в карте компетенции ОПОП.
Форма оценки знаний: оценка - 5 «отлично»; 4 «хорошо»; 3 «удовлетворительно»; 2 «неудовлетворительно». Лабораторные работы оцениваются: «зачет», «незачет». Возможно использование балльно-рейтинговой оценки.
«Зачет» – выставляется, если сформированность заявленных дескрипторов компетенций на 50% и более оценивается не ниже «удовлетворительно» при условии отсутствия критерия «неудовлетворительно». Выставляется, когда обучающийся показывает хорошие знания изученного учебного материала; самостоятельно, логично и последовательно излагает и интерпретирует материалы учебного курса; полностью раскрывает смысл предлагаемого вопроса; владеет основными терминами и понятиями изученного курса; показывает умение переложить теоретические знания на предполагаемый практический опыт.
«Отлично» – выставляется, если сформированность заявленных дескрипторов компетенций 80% и более (в соответствии с картами компетенций ОПОП) оценивается критериями «хорошо» и «отлично», при условии отсутствия оценки «неудовлетворительно»: студент

показал прочные знания основных положений фактического материала, умение самостоятельно решать конкретные практические задачи повышенной сложности, свободно использовать справочную литературу, делать обоснованные выводы из результатов анализа конкретных ситуаций;

«Хорошо» – выставляется, если сформированность заявленных дескрипторов компетенций на 60% и более (в соответствии с картами компетенций ОПОП) оценивается критериями «хорошо» и «отлично», при условии отсутствия оценки «неудовлетворительно», допускается оценка «удовлетворительно»: обучающийся показал прочные знания основных положений фактического материала, умение самостоятельно решать конкретные практические задачи, предусмотренные рабочей программой, ориентироваться в рекомендованной справочной литературе, умеет правильно оценить полученные результаты анализа конкретных ситуаций;

«Удовлетворительно» – выставляется, если сформированность заявленных дескрипторов компетенций *40%* и более (в соответствии с картами компетенций ОПОП) оценивается критериями «удовлетворительно», «хорошо» и «отлично»: обучающийся показал знание основных положений фактического материала, умение получить с помощью преподавателя правильное решение конкретной практической задачи из числа предусмотренных рабочей программой, знакомство с рекомендованной справочной литературой;

«Неудовлетворительно» «Незачет» – выставляется, если сформированность заявленных дескрипторов компетенций менее чем *40%* (в соответствии с картами компетенций ОПОП) оценивается критериями «удовлетворительно», «хорошо» и «отлично»: при ответе обучающегося выявились существенные пробелы в знаниях основных положений фактического материала, неумение с помощью преподавателя получить правильное решение конкретной практической задачи из числа предусмотренных рабочей программой учебной дисциплины.

Ответы и решения обучающихся оцениваются по следующим общим критериям: распознавание проблем; определение значимой информации; анализ проблем; аргументированность; использование стратегий; творческий подход; выводы; общая грамотность.

Соответствие критериев оценивания сформированности планируемых результатов обучения (дескрипторов) системам оценок представлено в табл. 3

Таблица 3

Интегральная оценка Критерии	Традиционная оценка
2 и 1	2, Незачет
5, 4, 3	Зачет

Обучающиеся обязаны сдавать все задания в сроки, установленные преподавателем. Оценка «Удовлетворительно» по дисциплине, может выставляться и при неполной сформированности компетенций в ходе освоения отдельной учебной дисциплины, если их формирование предполагается продолжить на более поздних этапах обучения, в ходе изучения других учебных дисциплин.